Beiträge

zur

Anatomie und Physiologie des Nervus vagus

bei

Fischen.



Von

Dr. **Carl Ernst Emil Hoffmann,**
Prosektor am anatomischen Institute.

(Nebst 1 Tafel Abbildungen.)

Giessen, 1860.
J. Ricker'sche Buchhandlung.

Einleitung.

Die nachfolgende Arbeit wurde zunächst durch die verschiedenen in letzter Zeit erschienenen Arbeiten über die Ursachen der Herzbewegungen bei den Fröschen veranlafst und entstand aus dem Wunsche, die Vorgänge zu prüfen, wie sie bei den Fischen auftreten und auf diese Weise vielleicht Einiges zur Aufklärung der physiologischen Erscheinungen einer der wichtigsten Lebensthätigkeiten beizutragen.

Bei der Bearbeitung selbst drängte sich nun zunächst das Bedürfnifs auf, die anatomischen Verhältnisse genauer zu prüfen, da nur nach ihrer genauen Kenntnifs es möglich war, die physiologischen Erscheinungen richtig würdigen zu können. Bei der Untersuchung der anatomischen Verhältnisse des Vagus kam ich natürlich auch dazu, seine Beziehungen zu anderen Organen, als dem Herzen, zu erforschen und ich habe das hierbei Gefundene gleichfalls hier mitgetheilt.

Meine Untersuchungen, welche ich an zahlreichen Fischen, vorzugsweise aber an den Karpfen anstellte, wurden gröfstentheils im hiesigen physiologischen Institute ausgeführt, wobei ich mich vielfach der gütigen Unterstützung meines verehrten Lehrers, Herrn Professors Dr. Eckhard, zu erfreuen hatte, dem ich hierfür zum verbindlichsten Danke verpflichtet bin.

Die Arbeit selbst scheidet sich in zwei Theile, nämlich in den anatomischen Theil, und in die physiologische Untersuchung, welche auch unmittelbar hier folgen.

A. Anatomische Untersuchung.

Der Vollständigkeit und des besseren Verständnisses halber erscheint es zweckmäfsig, die ganzen anatomischen Verhältnisse des Nervus vagus der Fische, auch soweit sie bereits in anderen Schriften, wie namentlich in H. Stannius, *das peripherische Nervensystem der Fische*, Rostock 1849, niedergelegt sind, hier noch einmal kurz anzugeben. Dabei werde ich nichts mittheilen, was ich nicht gleichfalls durch meine Untersuchungen bestätigen konnte, und habe ich namentlich genauer die Zweige zum contractilen Gaumenorgane und den Herzzweig untersucht. Hierzu bemerke ich noch, dafs die gröberen anatomischen Verhältnisse von mir vorzugsweise an Cyprinus Carpio studirt worden sind, während ich das Verhalten des Herzzweiges auch an anderen Fischen, wie Perca fluviatilis L., Barbus fluviatilis Cuv., Leuciscus vulgaris Flemmg, Leuciscus rutilus Wal., Esox lucius L., Gadus lota und Gad. morrhua untersuchte.

Der *Nervus vagus* entspringt mit zwei Wurzelportionen von der Medulla oblongata, von denen die erste in der Regel kleiner und dünner ist, als die zweite und wovon die erste vorzugsweise dem Seitennervensysteme angehört, während die zweite die Kiemenbogen, den Schlund (mit dem Gaumenorgane bei den Cyprinen), das Herz, die Speiseröhre und den Magen, sowie die Schwimmblase versorgt.

Die *erste Wurzel* nimmt ihren Ursprung aus dem Lobus medullae oblongatae, seu lobus posterior, welcher seitlich an der Medulla oblongata liegt.

Sie tritt mit der später zu beschreibenden zweiten Wurzel durch eine Oeffnung des Os occipitale laterale heraus und geht dann vor der dicht hinter dem Austritte aus dem Schädel liegenden gangliösen Anschwellung der zweiten Wurzel, an welche sie gewöhnlich einige Fädchen abgiebt, quer nach hinten, um das *Seitennervensystem* zu bilden. Dicht hinter der Kreuzungsstelle sind zahlreiche bipolare Ganglienkörper in diesen Nervenstamm eingelagert. Ehe nun der Seitennervenstamm durch den Schultergürtel durchtritt, trennt er sich in zwei Zweige, von denen der eine, bei weitem stärkere, zwischen die Dorsal- und Ventralmasse des Seitenmuskels eingebettet liegt und in der Rinne nach dem Schwanze hin verläuft, wobei er feine Zweige nach den etwas tiefer gelegenen Schuppen des Seitenkanales abgiebt; der andere viel feinere Zweig verläuft bis durch den Schultergürtel dicht neben dem stärkeren Aste, steigt dann ganz oberflächlich nach der Rückenkante, wo er nach hinten immer dünner werdend unter Abgabe von feinen Aestchen an die Haut der Rückenkante und die Rückenflosse verläuft.

Die *zweite Wurzel des Nervus vagus* entspringt bei den Cyprinen gleichfalls aus einer ziemlich dicken Anschwellung, dem Lobus vagi Gottsche (Lobus striatus Haller), welcher weiter nach dem hinteren Schädelende zu liegt. Gewöhnlich entspringt sie mit mehreren Strängen, von denen die meisten aus dem Lobus vagi, andere aus dem darunter liegenden verlängerten Marke treten. Nachdem diese einzelnen Portionen sich zu einem gemeinsamen Strange verbunden haben, tritt dieser, wie schon oben erwähnt, mit dem ersten Aste durch die Oeffnung des Os occipitale laterale und bildet hier ein breites gangliöses Geflecht in der Art, dafs sämmtliche austretende Aeste mit gröfseren gangliösen Anschwellungen versehen sind, welche an dem Wurzelstamme vereinigt erscheinen (siehe Figur 1 g. v.). Von diesem Geflechte gehen dann folgende Aeste ab :

1) Rami branchiales. (Fig. 1 b).
2) Rami pharyngei superiores. (Fig 1 p. s).
3) Rami pharyngei inferiores. (Fig. 1 p. i).
4) Ramus cardiacus. (Fig. 1 c).
5) Ramus intestinalis. (Fig. 1 i).

Rami branchiales.

Die *Rami branchiales*, Kiemenbogenäste, sind gewöhnlich in einen ganz kurzen *Truncus branchialis* vereinigt, der sich in drei ebenfalls ganz kurze Zweige spaltet, von denen jeder dann sich wieder in zwei Aestchen theilt. Von diesen Aestchen tritt dann das eine als Ramus posterior an einen Kiemenbogen, während der zweite den Ramus anterior des folgenden Kiemenbogens darstellt. Hierbei geschieht die Vertheilung so, dafs die vordere Seite des ersten Kiemenbogens von einem Zweige des Glossopharyngeus versorgt wird, während der hintere Ast von dem ersten Ramus branchialis des Vagus stammt, der zugleich den vorderen Ast zum zweiten Kiemenbogen abgiebt; der zweite Ramus branchialis versorgt in gleicher Weise den zweiten und dritten Kiemenbogen und der dritte Ramus branchialis den dritten und vierten, während der hintere Ast des vierten Kiemenbogens von dem Truncus pharyngeus superior oder R. pharyng. infer. stammt. Diese Aeste geben dann kleinere Zweige in die Muskeln, welche die Kiemenbogen an den Schädel anziehen, laufen in der an der Convexität der Kiemenbogen gelegenen Rinne nach abwärts und vertheilen sich an den, an der Ventralseite gelegenen kleineren Müskeln der Bogen.

Rami pharyngei superiores.

Die *Rami pharyngei superiores* sind bei dem Karpfen besonders stark ausgebildet; es finden sich drei starke Zweige, welche hinter dem Truncus branchialis abgehen, zu den Ossa pharyngea superiora treten, dann neben und zwischen ihnen hindurch zu dem contractilen Gaumenorgane sich begeben. Hier vertheilen sie sich in der Weise, dafs der vorderste Zweig das vorderste Drittel, der zweite Zweig die Mitte und der letzte Ast das hintere Drittel des Organs versehen. Sie zerfahren dabei alsbald nach dem Eintritte in eine gröfsere Zahl kleiner Aeste, welche sich wiederum mehrfach verzweigen. Die Aestchen treten durch den muskulösen Theil hindurch bis unter die Schleimhaut, wo sie endigen, die Art und Weise der Endigungsweise habe ich bis jetzt noch nicht zu erforschen vermocht, doch fand ich in der peripherischen Verbreitung nirgends eine Spur von Ganglienzellen;

dabei ist es auch nicht möglich, eine Verbreitung der Aeste der einen Seite auf die andere Hälfte des Organs zu verfolgen.

Rami paryngei inferiores.

Die *Rami pharyngei inferiores* treten als zwei oder drei Aeste aus dem gangliösen Geflechte heraus, die gewöhnlich noch eine ganz kurze Strecke mit einander vereinigt erscheinen, geben einen Zweig als Ramus posterior des vierten Kiemenbogens ab, der auch häufig aus einem Ramus pharyngeus superior kommt und begeben sich dann um den Schlund herum, wo sie sich theils in der Muskelwand, theils in der Schleimhaut verschiendetlich verzweigen. Von einem von ihnen, manchmal auch von dem Ramus intestinalis, entspringt der

Ramus cardiacus.

Ueber ihn sagt Stannius [1]: „Dieser bemerkenswerthe Zweig ist sehr fein, tritt von einem Ramus pharyngeus oder R. oesophageus ab und begleitet den Ductus Cuvieri seiner Seite zum Vorhofe des Herzens.“ E. H. Weber [2] beschreibt sein Verhalten folgendermafsen : „3. Ramus intestinalis, ab hoc nervo primum a) Nervus oesophageus edebatur ... Ab hoc nervo nervi cordis venire videntur. Quanquam enim eos usque non ad cor persecutus sum, tamen sat prope ad id accedere vidi.“ Büchner [3] gibt an: „la branche intestinale ... fournit un filet cardiaque très fin, que je suis parvenu à poursuivre jusque dans l'oreillette du coeur.“ Obgleich diese Angaben richtig sind so genügen sie doch durchaus nicht, sowie man sich specieller mit der Function dieses Zweiges beschäftigen will, da er selbst bei einer und derselben Species mehrfach variirt, was wegen etwa anzustellender Experimente wohl zu beachten ist. Ich will daher hier auf seine Beschreibung etwas näher eingehen

[1] Das peripherische Nervensystem der Fische. Rostock 1849, S. 91.

[2] Anatomia comparata nerv. sympath. Lip. 1817, pag. 62.

[3] Mémoire sur le système nerveux du barbeau in den Mémoires de la société d'histoire naturelle de Strafsbourg 1832, Tome I, pag. 26.

und dieselbe durch einige Abbildungen erläutern. In den meisten Fällen tritt aus dem mittleren der drei Aeste, welche man über den Schlund verlaufen sieht, ganz in der Nähe der Einmündungsstelle des Ductus Cuvieri in den Sinus venosus ein ganz feines Zweigchen an den ersteren heran und geht mit ihm zum Sinus venosus, wo wir ihn später weiter verfolgen wollen (siehe Fig. 1 c). In anderen Fällen sieht man von dem Oesophagealzweig einen dickeren Ast etwas nach vornen gehen, von welchem dann früher oder später sich das zum Herzen gehende Aestchen abzweigt und dann wie oben beschrieben verläuft. In wieder anderen Fällen sieht man ihn unter Abgabe kleinerer Zweige direkt von der Trennungsstelle der Rami pharyngei inferiores zum Duct. Cuvieri seiner Seite verlaufen (siehe diese Verhältnisse Fig. 4, 5 und 6).

An dem Sinus angekommen verlaufen die Zweige der beiden Seiten, meist einige kleine Aestchen abgebend, an der oberen Wand des Sinus mit einander convergierend der Vorhofsmündung zu. Ehe sie diese erreichen giebt entweder nur der eine, wie in Fig. 2 und 3, einen Zweig ab, der zu dem andern geht, oder sie geben beide Zweige ab, die sich dann mit einander verbinden. Bis hierhin war ich nicht im Stande, Ganglienzellen im Verlaufe dieser Nervenzweige aufzufinden.

Nun treten sie in den Vorhof ein und verlaufen als zwei, seltener als drei (indem ein Aestchen aus der Anastomose entspringt) Aestchen an der hinteren (oberen) Wandung der Ventrikularmündung zu, indem sie auf diesem Wege kleinere Zweigchen abgeben. Auf ihrem ganzen Verlaufe, der in Fig. 3 abgebildet ist [1], erscheinen bipolare Ganglienkörper in sie und zwar in der Weise eingelagert, dafs dieselben an einzelnen Stellen dichter und in gröfserer Zahl an einander liegen, an anderen Stellen aber spärlicher erscheinen; eine sehr grofse Zahl solcher Ganglienzellen findet sich gleich beim Eintritt in den Vorhof und ebenso zeigen sie sich wiederum

---

[1] Der besseren Uebersicht wegen sind die in dem Vorhofe verlaufendenAestchen etwas stärker gezeichnet, als sie in Natur sind, wo sie mit blofsem Auge kaum beobachtbar sind.

sehr zahlreich in der Nähe der Atrioventrikularklappen, doch sind dies nicht die einzigen Stellen stärkerer Anhäufung.

Als selbstständige Zweigchen konnte ich sie nur bis zu den zwei gröfseren Atrioventrikularklappen verfolgen, wobei zu bemerken ist, dafs wenn ein drittes accessorisches Zweigchen vorhanden ist, dieses nicht bis zu den Klappen geht, sondern sich im Vorhofe verzweigt und ebenso wie die von den beiden Hauptstämmen abgehenden kleineren Aestchen fast gar keine Ganglienkörper enthält.

Unmittelbar an der Ventrikelmündung finden sich auch in dem Ventrikel selbst, bei der mikroskopischen Untersuchung, zahlreiche Nervenfasern, ohne dafs ich jemals im Stande gewesen wäre, selbstständige Zweige oder Ganglienzellen in dem Ventrikel selbst bei den zahlreichen von mir untersuchten Herzen nachzuweisen. Aus der vorstehenden Beschreibung ergiebt sich, dafs das Verhalten des Vagus im Herzen selbst bei den Fischen eine grofse Aehnlichkeit mit dem Verhalten bei den Fröschen hat, nur dafs bei den Fischen der Verlauf auf der hinteren Vorhofswand stattfindet, während bei den Fröschen die Scheidewand beider Vorhöfe zum Verbreitungsbezirke dient; doch ist dieser Unterschied um so weniger auffallend, da sich die Scheidewand ja aus der hinteren Vorhofswand entwickelt.

Um die Beschreibung der Vagusverbreitung bei den Fischen zu vervollständigen, ist nun noch der letzte der Aeste der zweiten Wurzel kurz zu beschreiben, nämlich der

Ramus intestinalis.

Die Zweige der beiden Seiten verlaufen, nachdem sie über den Schlund herüber getreten sind, an die obere und äufsere Seite des Oesophagus (siehe Fig. 1 und 3 oe) und laufen hier, indem sie sich durch kleinere Aeste mit einander verbinden, parallel mit einander zum Magen hin, nehmen hier die Nervi splanchnici auf und treten dann unter zahlreicher Verzweigung in der Eingeweidehöhle zum Duodenum, während einzelne Zweige sich zur Schwimmblase begeben.

Ein Zweig des Vagus, der bald von der ersten, bald von der zweiten Wurzel des Vagus entspringt und noch innerhalb der Schädelhöhle von ihnen abgeht, ist der

dorsale Schädelhöhlenast,

welcher im Fette der Schädelhöhle aufwärts steigt und sich in zwei Zweige theilt, deren einer durch das Schädeldach zu den es bedeckenden Hauttheilen geht, während der andere sich mit dem dorsalen Zweige des N. trigeminus verbindet (siehe Fig. 1 d. S.).

B. Physiologische Untersuchung.

Die physiologischen Untersuchungen erstreckten sich über die Funktionen des Ramus lateralis nervi vagi, die Funktionen der zum contractilen Gaumenorgane gehenden Zweige und über dessen Thätigkeit selbst, ferner über die Wirkung des Ramus cardiacus auf das Herz und endlich über die Herzbewegung selbst. In dem Folgenden will ich nun die bei meinen Untersuchungen erhaltenen Resultate in vorstehender Reihenfolge mittheilen.

I. Die Funktionen des Ramus lateralis.

Um diese zu erforschen, wurde der Karpfen mit der einen Körperhälfte unter Wasser gehalten, auf der andern dann der Ramus lateralis aufgesucht und, nachdem die Schuppen gehörig gereinigt waren, dieser durch stärkere und schwächere Induktionsströme in Erregung versetzt. Zunächst beachtete ich, ob auf diese Reize Bewegungserscheinungen auftreten würden, aber obgleich der Nerv von seiner Austrittsstelle aus dem Gehirne, bis zu einem grofsen Theile seines Verlaufs an den verschiedensten Stellen schwächeren und stärkeren Reizen ausgesetzt wurde, so war doch nirgends und niemals auch nur die geringste Spur einer Bewegungserscheinung wahrzunehmen, ebenso war es nicht möglich, auf eine sensible Wirkung des Nerven aus den gemachten Beobachtungen irgendwie zu schliefsen, da auch nicht die

geringste reflektorische Bewegungserscheinung nach der Reizung des Nerven auftrat. Diese Beobachtung stimmt auch vollständig mit den Angaben von Stannius [1]), J. Müller [2]) und Büchner [3]). Aber auch nicht die geringste sekretorische Thätigkeit, welche nun vermuthet wurde, konnte beobachtet werden, da nach sorgfältiger Reinigung der Schuppen sich keinerlei Schleimabsonderung auf Reizung des Ramus lateralis zeigte. Eben so wenig konnte ich eine Vermehrung der Athembewegungen beobachten bei Reizung des Ramus lateralis, denn wenn es auch manchmal schien, als wenn dieselben sich vermehrten, so war doch diese Erscheinung nicht constant, so dafs ich mir hier keinen sicheren Schlufs erlauben möchte. Demnach bleibt die Funktion dieses starken Nervenzweiges noch immer eine äufserst räthselhafte, deren Aufklärung einer späteren Zeit vorbehalten ist.

II. Das contraktile Gaumenorgan.

Dieses Organ, dessen erste genauere Beschreibung wir E. H. Weber [4]) verdanken, besteht vorzugsweise aus Bindegewebe, quergestreiften und in die Schleimhaut eingelagerten glatten Muskelfasern, durch seine Masse ziehen sich, wie bereits oben erwähnt, zahlreiche Zweige des N. vagus. Schon Weber [4]) und nach ihm J. Müller [5]) giebt eine Beschreibung der eigenthümlichen Erscheinungen, welche nach auf dasselbe ausgeübten Reizen auftreten. Ich kann deren Beobachtungen einestheils bestätigen, dann aber noch einige weitere hinzufügen. — Beobachtet man das Organ, welches ich zu diesem Zwecke dadurch bloslegte, dafs ich zwischen Ober- und Unterkieferknochen, dann durch die Gaumenknochen, den oberen grofsen Kiemendeckel und deren weiche Bedeckungen beiderseits einen Schnitt führte und

[1]) l. c. S. 94.
[2]) Nerv. accessor. Willis. anat. auct. Bischoff, pag. 52.
[3]) Mémoires de la société d'histoire naturelle de Strafsbourg, Tome II, pag. 35.
[4]) Meckel's Archiv 1827, S. 309 und flgde.
[5]) Handbuch der Physiologie des Menschen 1840, Bd. 2, S. 35.

die so losgetrennte Masse zurücklegte, ohne einen Theil des Organs verletzt zu haben und ohne einen Reiz auf es wirken zu lassen, so zeigen sich zunächst zwei Bewegungsformen, nämlich

1) eine Art zitternder, zuckender Erhebung der Oberfläche, welche abwechselnd an einer Menge kleiner Stellen über das ganze Organ hinaus entstehen und verschwinden, so dafs dadurch ein Flimmern durch das ganze Organ hindurch zum Vorschein kommt[1];

2) Eine seltener auftretende, wellenförmig von vorn nach hinten fortschreitende Bewegung durch das ganze Organ, wobei sich die einzelnen Theile des ganzen Organs jedesmal nachzeitig bedeutend erheben und wieder abflachen. Neben diesen schon ohne jede äufsere Einwirkung auftretenden Bewegungen zeigen sich eine ganze Zahl verschiedener Erscheinungen nach Einwirkung von Reizen.

A. Durch Reize direkt auf das Organ angebracht:

1) *Erhebungen einzelner Theile, die nach Entfernung des Reizes noch fortdauern.*

a. Berührt man die Oberfläche des Organs an einer beschränkten Stelle, so bildet sich alsbald eine *konische Erhebung*, welche einige Sekunden andauert, dann sich allmählich abflacht und so verschwindet, was übrigens fast die Zeit einer Minute in Anspruch nimmt.

b. Streicht man mit einem spitzen Instrumente entweder der Länge oder der Quere nach über das Organ, so entsteht gleichfalls augenblicklich ein *Wall mit sehr scharfer Kante*, welcher gleichfalls längere Zeit audauert, sich dann allmählich abflacht und verschwindet. Dabei zeigt sich jedoch constant, dafs die Erhebung nach Strichen in der Längenachse des Organs länger andauert, als die nach Strichen in der queren Richtung; so zwar, dafs bei einer gröfseren Zahl von Beobachtungen

[1] Siehe auch Weber l. c. pag. 310.

die Wälle nach Querstrichen sich nach 22—25 Sekunden abflachten, während die Wälle nach Längsstrichen stets 30—35 Sekunden hierzu bedurften.

2) Mit dem *Aufhören des Reizes verschwindende Erhebungen.*

Reizt man die Oberfläche des Organs durch anhaltende Induktionsströme, so entsteht eine breite Erhebung zwischen den Aufsetzstellen der beiden Pole, welche jedoch nicht über diese hinausgeht und in demselben Augenblicke verschwindet, in welchem die Drähte von dem Organe entfernt werden. Schickt man jedoch einen einzelnen schwächeren Induktionsstrom durch das Organ selbst, so entstehen auch über die Aufsetzstellen der Pole hinaus blitzartige Schläge, die mit einer grofsen Zahl rasch verschwindender kleiner konischer Erhebungen verbunden sind.

B. Reize vom Gehirn und den Nervenstämmen aus.

Ueber die Einwirkung dieser findet sich die einzige mir bekannte Angabe bei Stannius [1], welcher sagt: „Berührung dieser Anschwellung (Lobus vagi) mit der Messerspitze hat bei den Cyprinen immer Contraktionen am Gaumenorgane zur Folge".

Ich beobachtete die folgenden Erscheinungen.

a. Streicht man mit einem Instrumente über die zum Gaumenorgane gehenden Zweige des Vagus hin, oder schickt man ganz schwache Induktionsströme durch sie hindurch, so bilden sich an dem Gaumenorgane zahlreiche konische, spitze Erhebungen, die mit grofser Schnelligkeit wiederum verschwinden, so dafs das Ganze ein Ansehen hat, wie wenn Blitze durchführen, ganz wie wir dies oben bei der Anwendung schwacher Induktionsströme auf das Organ selbst beschrieben haben.

---

[1]) a. a. O. S. 82.

b. Schickt man stärkere Induktionsströme durch einen der hierher gehörigen Vagusäste, so entsteht eine breite Erhebung in dem Gaumenorgane, welche jedoch sehr begrenzt auftritt und unmittelbar verschwindet, wenn man die Drähte entfernt.

Es ist hierbei nicht möglich, durch Reizung eines oder sämmtlicher Stämme der einen Seite eine Contraktion der anderen Seite hervorzubringen und grenzt sich die Contraktion selbst stets scharf in der Mittellinie ab, während die andere Seite nur gezerrt erscheint. Aufserdem tritt auf die Reizung des ersten in das Organ eintretenden Stammes nur eine Contraktion des vordersten Drittheils des Organs, auf Reizung des zweiten Stammes Contraktion des mittleren Drittheils, auf Reizung des dritten Stammes Contraktion der hintersten Parthie ein, wobei sich die einzelnen Parthien ziemlich scharf abgrenzen.

c. Leitet man rasch hintereinander stärkere Induktionsströme durch die drei das contraktile Gaumenorgan versorgenden Aeste, so entstehen ganz ähnliche wellenförmige, von vorn nach hinten fortschreitende Bewegungen, wie sie oben (Seite 13 sub 2) beschrieben worden sind; nur ist die ganze Erscheinung nicht so vollständig abgerundet als die beobachtete willkürliche Bewegungsform, wahrscheinlich weil man die Reizung der einzelnen Stämme nicht rasch genug auf einander folgen lassen kann.

d. Schickt man Induktionsströme durch die Lobi vagi der beiden Seiten hindurch, so entsteht eine eigenthümliche Contraktion des ganzen Organs. Es entsteht nämlich in der Mittellinie eine mehrere Linien hohe, oben ganz scharfkantige Erhebung durch die ganze Länge des Organs, neben dieser finden sich dann beiderseits zwei breite Rinnen, welche wiederum nach aufsen durch abgerundete Erhebungen an den äufseren Rändern des Organs begrenzt werden.

Von allen an diesem Organe beobachteten Bewegungsformen scheint die ohne Einwirkung von Reizen wahrgenommene wellenförmige, nach hinten fortschreitende die wichtigste zu sein. Sie scheint durch nachzeitige Erregung der Vagusäste hervorgebracht zu werden, wenigstens spricht dafür der Erfolg der sub B. c. mitgetheilten Experimente. Die Bewegung selbst gleicht voll-

ständig den an dem Darme zu beobachtenden peristaltischen Bewegungen, indem auch hier bei einer fortlaufenden Contraktion der zuerst ergriffene Theil in dem Maafse aus der Contraktion heraustritt, als die hinter ihm liegende Parthie sich zusammenzieht. Ich glaube, da diese peristaltische Bewegungsform ein äufserst günstiges Moment für die Weiterbeförderung der Nahrung bildet und da namentlich auch die harte und wenig bewegliche Zunge kaum bei diesem Vorgange wirksam werden kann, annehmen zu dürfen, dafs das contraktile Gaumenorgan vorzugsweise die eben genannte Funktion hat.

Meine Ansicht über die Funktion des Gaumenorgans würde natürlich der Meinung E. H. Weber's [1]), der dasselbe für ein Geschmacksorgan hält, nicht gerade entgegentreten, da beide Funktionen ja recht leicht neben einander bestehen können, wie dies bei der menschlichen Zunge z. B. ebenfalls der Fall ist. Die übrigen beobachteten Bewegungsformen scheinen von geringer Bedeutung zu sein, wenn nicht etwa die unter B. d. beschriebene Bewegungsform auch willkürlich auftritt und mit der Funktion des Organs in Verbindung steht.

III. Die Wirkung des Ramus cardiacus.

Soweit mir bekannt ist über die Funktion des Ramus cardiacus nach der Arbeit von Stannius nichts veröffentlicht worden; er bemerkt dorten [2]): „Um den Einflufs des N. vagus auf das Herz zu prüfen, wurden die beiden Pole eines elektromagnetischen Rotationsapparates bei Pleuronectes und bei Accipenser bald an die Medulla oblongata, bald an die Wurzel des N. vagus angelegt. Diese Versuche führten zu demselben Resultate, wie es bei Fröschen erzielt wird. Das Herz stand bei Entwicklung der elektrischen Strömung

1) Meckel's Archiv 1827, S, 311.
2) a. a. O. S. 82.

sogleich vollständig stille, um, nach Aufhebung derselben, seine Pulsationen sogleich wieder zu beginnen".

Was nun meine eigenen Versuche anbelangt, so beobachtete ich bei dem Karpfen nach Durchschneidung der Rami pharyngei inferiores und oesophagei ein Häufigerwerden der Pulsationen, während schon bei Durchleiten von Induktionsströmen durch die genannten Aeste der einen Seite, bei nur einiger Stärke dieser Ströme, das Herz auf die Dauer der Durchleitung stille stand.

Dabei mufs ich namentlich erwähnen, dafs es räthlich ist, den ganzen Complex der Rami pharyngei inferiores an der Stelle, wo sie zusammen auf den Schlund kommen, zu reizen, wegen der oben näher erörterten Variation im Abgange des Herzastes von den genannten Stämmen. Bei dem Stillstande des Herzens, sowie bei dem Wiederbeginne der Pulsationen traten diese Erscheinungen ganz in der Reihenfolge auf, wie dies von Eckhard [1]) für die Frösche des Genaueren erörtert worden ist.

Die Herzbewegung.

Eine ältere Arbeit über die Herzbewegungen der Fische rührt von W. Clift [2]) her, der seine Versuche auch an mehreren Karpfen anstellte und namentlich den Einflufs des Rückenmarks auf die Herzbewegung untersuchte, indem er entweder das Rückenmark, nach blosgelegtem Herzen, mit einem glühenden Drahte zerstörte, oder es von dem Gehirne trennte; dann auch prüfte er den Einflufs, welchen die Wegnahme des Gehirns auf die Herzbewegungen machte; alle seine Beobachtungen bezogen sich jedoch nur auf die Zahl der Herzschläge und er kommt vozugsweise zu dem folgenden Resultate: „Bloslegen des Herzens oder des Gehirns, Verletzung des letz-

---

[1]) Siehe Beiträge zur Anatomie und Physiologie, Bd. II, S. 140 und 141.

[2]) Versuche zur Ausmittlung des Einflusses, den das Rückenmark auf die Thätigkeit des Herzens bei den Fischen ausübt, aus den phil. Transact. 1815 in Meckel's Archiv 1816, Bd. II, S. 140 und flgde.

teren, Zerstörung des Rückenmarkes, so lange es mit dem Gehirn in Verbindung ist, Aufheben des Zusammenhanges zwischen Gehirn und Rückenmark beschleunigen die Bewegungen des Herzens um einige Schläge, dagegen bringt Wegnahme des ganzen Gehirns keine bedeutende Abänderung seiner Thätigkeit, Zerstörung des Rückenmarkes nach geschehener Trennung desselben vom Gehirne einige Verminderung der Zahl seiner Schläge hervor". Diese Beobachtungen stimmen schon insoferne nicht mit den meinigen, als ja eine Wegnahme des Gehirns der Trennung der Vagusäste gleichkommt und wir bereits oben gesehen haben, dafs auf eine Trennung resp. Durchschneidung der Rami pharyngei und Oesophagei die Zahl der Pulsationen zunimmt.

Gehen wir nun zur Betrachtung der normalen Herzthätigkeit über.

Beobachtet man die Bewegungen des Herzens, so lange es noch nicht aus dem Körper der Fische getrennt ist, so sieht man zuerst eine sehr starke Zusammenziehung des Sinus, dem eine von der Mündungsstelle des Sinus ausgehende Contraktion des Vorhofs so folgt, dafs die Contraktion des Vorhofs beginnt ehe die Zusammenziehung des Sinus vollendet ist. Diese Zusammenziehung verläuft nach dem Ventrikel hin, und ihr folgt unmittelbar eine Zusammenziehung des Ventrikels, welche an den Atrioventrikularklappen beginnt und nach dem Bulbus arteriosus zu verläuft. Nach der Contraktion des Ventrikels folgt eine kleine Pause und dann entsteht eine neue Zusammenziehung des Sinus.

Schneidet man das Herz heraus und seine Höhlen auf, so kann man noch ganz bequem die Pulsationen beobachten, man sieht dann die Pulsationen des Vorhofs an der Verbindungsstelle der Beiden auf dem Sinus verlaufenden Vagusästchen und die Pulsationen des Ventrikels an einer der gröfseren Klappen beginnen.

In einem Falle, wo ich den Sinus abgetrennt, den Vorhof und Ventrikel aufgeschnitten und diese aufgespannt hatte, hatte sich durch den Schnitt an der Stelle, wo sich die beiden Vagusäste am Ende des Sinus miteinander verbinden, ein kleiner Wulst gebildet, und ich sah nun deutlich diesen zuerst sich zusammenziehen und dann die Pulsation über den Vorhof und Ventrikel in der beschriebenen Weise gehen.

Zur Erforschung der bei der Herzbewegung der Fische mitwirkenden Faktoren stellte ich in ähnlicher Weise, wie dies Eckhard[1]) bei den Fröschen that, Versuche an verschiedenen Fischen an.

Ich will, ehe ich mich an eine Diskussion über die die Herzbewegungen begleitenden und veranlassenden Umstände begebe, eine Auswahl der von mir angestellten Versuche und deren Ergebnisse hier mittheilen. Dabei erwähne ich, dafs die zu beobachtenden Herzen stets von mir auf Uhrschälchen möglichst rasch nach dem Herausnehmen in ein Wasserdunstbad von constanten Temperaturen gesetzt wurden, ganz in der Weise, wie dies auch von Eckhard[2]) angegeben ist. Auch ich bediente mich bei der Ausführung der Schnitte möglichst scharfer Scheeren, um einestheils sehr rasch damit zu Stande zu kommen, andterntheils Quetschungen soviel als möglich zu vermeiden.

Ich schreite nun zur Mittheilung der Versuche selbst :

1) Ich führte an einem Herzen von *Leuciscus vulgaris* einen Schnitt dicht an dem Atrioventrikularrande um :

9 h 20′ 45″ es machte bis um
9 h 24′ 30″ zehn Schläge, stand dann still bis um
9 h 30′ 15″, dann erfolgten zwei Schläge hinter einander und weiter um

9 h 31′ 55″	je 1 Schlag, Temperatur 10,2° R.
32′ 15″	
32′ 45″	
33′ 22″	
33′ 30″	
33′ 40″	
33′ 50″	
34′ 00″	
34′ 30″	

und so fort ohne besondere Regelmäfsigkeit noch über eine Stunde lang.

[1]) Siehe Beiträge zur Anatomie und Physiologie Bd. II, S. 125 und flgde.
[2]) l. c. S. 128.

2) *Herz von Cyprinus Carpio.* Temperatur 8,0° R.

Schnitt dicht an der Atrioventrikulargrenze um 11 Uhr 52 M.; es trat sogleich Stillstand ein, welcher beobachtet wurde bis um 12 Uhr 38 M., um welche Zeit sich das Herz in allen seinen Theilen noch reizbar zeigte.

3) *Herz von Leuciscus rutilus.* Temperatur 7,6° R.

Schnitt dicht an dem Ventrikel um

4 h 45′ und 0″ das Herz schlägt fort bis um

4 h 53′ 35″, um welche Zeit es stille steht, nachdem es vorher in der Minute anfangs 18, später 15 und zuletzt 10 Schläge gemacht hat. Der Stillstand wurde beobachtet bis um

5 h 20′ um welche Zeit es noch auf Nadelstiche Contraktionen auslöste.

4) *Herz von Perca fluviatilis.* Temperatur 8,5° R.

Schnitt an der Atrioventrikulargrenze um

10 h 53′ 5″, sogleich Stillstand bis um

11 h 1′ 2″, sodann 9 Schläge bis um

11 h 2′ 30″, darauf wieder Stillstand; um

11 h 15′ 0″ erfolgen auf einen Nadelstich bis um

11 h 17′ 5″ zwölf Schläge, dann wieder Stillstand, der bis um

12 h 15′ 0″ beobachtet wird, zu welcher Zeit das Herz noch reizbar erscheint.

5) *Herz von Perca fluviatilis.* Temperatur 8,0° R.

Schnitt an der Atrioventrikulargrenze um

9 h 49′ 0″ hierauf Schläge in Zwischenräumen von 2, später von 5—6 Sekunden, dann Stillstand um

9 h 54′ 18″ bis um

9 h 55′ 20″, worauf circa 3 Schläge in der Minute bis um

9 h 58′ 30″, abermals Stillstand, welcher beobachtet wird bis um

11 h 25′, um welche Zeit das Herz nur noch schwach reizbar ist.

6) *Herz von Cyprinus Carpio.* Temperatur 8,5° R.
Schnitt an der Atrioventrikulargrenze um

11 h 7′ 2″; nach demselben Anfangs 47 Schläge in der Minute, dann allmählich langsamer, bis es um

11 h 10′ 5″ aufhört zu schlagen; es steht still bis um

11 h 13′ 30″, dann fängt es wieder an und schlägt unregelmäfsig fort, 5—11 Pulsationen in der Minute auslösend, bis es wiederum um

11 h 35′ 20″ stille steht. Es wurde noch beobachtet bis um

11 h 58′, um welche Zeit es noch immer stille stand, dagegen auf Nadelstiche noch schwach reagirte.

7) *Herz von Cyprinus Carpio.* Temperatur 15° R.
Schnitt dicht an dem Ventrikel um

11 h 26′ 30″, sogleich Stillstand, der auch andauerte; beobachtet wurde der Ventrikel noch bis um

12 h 15′, wo er auf Nadelstiche sich noch contrahirte.

8) *Herz von Barbus fluviatilis.* Temperatur 19° R.
Schnitt an der Atrioventrikulargrenze um

9 h 24′ 0″, darauf regelmäfsige Schläge, 54 in der Minute, bis um

9 h 26′ 10″, dann 2 Schläge dicht hintereinander, dann Schläge in Zwischenräumen von circa 8 Sekunden, bis um

9 h 30′ 15″ Stillstand eintritt; dieser dauert bis um

10 h 2′ 4″, worauf in einem Zwischenraum von 5 Sekunden zwei Schläge erfolgen, dann um

10 h 3′ 50″ ein weiterer Schlag, darauf Stillstand; um 10 h 30′ ist das Herz abgestorben.

9) *Herz von Cyprinus Carpio.* Temperatur 19° R.
Schnitt dicht an der Atrioventrikulargrenze um

10 h 45′ 0″, darauf Anfangs 26 Schläge in der Minute, allmählich langsamer, bis um

10 h 50′ 18″ Stillstand erfolgt; um

11 h 15′ entstehen auf 1 Nadelstich 3 Pulsationen, dann Stillstand; dieselbe Erscheinung mit 5 Pulsationen trat auf 1 Nadelstich um

11 h 22′ ein. Einzelne Pulsationen löste das Herz auf Nadelstiche noch um 12 Uhr aus.

10) *Herz von Esox lucius.* Temperatur 10,2° R.

Vor dem Schnitte in der Minute 28 Schläge.

Schnitt dicht an dem Ventrikel um

8 h 57′ 50″, augenblicklich Stillstand, dann um

9 h 7′ 20″

9 h 7′ 40″

9 h 7′ 55″

9 h 8′ 18″ je 1 Pulsation, dann wiederum Stillstand, welcher noch bis um

9 h 40′ beobachtet wurde, um welche Zeit Nadelstiche noch einzelne Pulsationen hervorriefen.

11) *Herz von Cyprinus Carpio.* Temperatur 10,2° R.

Vor dem Schnitte in der Minute 17 Schläge.

Schnitt etwas mehr nach dem Vorhof zu um

9 h 28′ 10″, bis um

9 h 28′ 40″ sechzehn Pulsationen, dann bis um

9 h 29′ 10″ zehn Pulsationen, „ „ „

9 h 29′ 40″ sechs Pulsationen; so schlägt das Herz fort, in der Minute 10—14 Pulsationen machend.

Geleitet durch die Erfahrung aus Versuch 4 und 9, wo auf Nadelstiche mehrere hintereinander folgende Pulsationen an dem zum Stillstande gebrachten Herzen ausgelöst wurden, sowie durch die Erfahrung Eckhard's[1]) an Fröschen, wonach bei Zerquetschen des das hintere Atrioventrikularganglion

[1]) l. c. S. 144.

enthaltenden Wulstes mehrere Pulsationen ausgelöst wurden, versuchte ich nun, da der Schnitt etwas weit nach dem Vorhof hin gefallen war, den Stillstand dadurch herbeizuführen, dafs ich mit einer Staarnadel dicht an der Atrioventrikulargrenze einging und dieselbe einigemal in der Einstichöffnung herumdrehte; dieser Versuch wurde ausgeführt um

9 h 50′; es erfolgten noch 6 Pulsationen, dann stand das Herz still bis um

9 h 54′ 36″, dann entstanden wiederum Pulsationen, Anfangs in Zwischenräumen von 15—20 Secunden, dann etwas seltener, diese wurden noch beobachtet bis um 10 Uhr 30 M.

Der Erfolg des vorstehenden Versuches bestimmte mich, auch eine Anzahl von Versuchen in der Weise anzustellen, durch den Schnitt in der Atrioventrikulargrenze zum Stillstand gebrachte Herzen durch Einstiche in den Ventrikel wieder zu Pulsationen anzuregen. Ich wählte zu diesen Versuchen nur die Herzen von Hechten, weil ich gefunden hatte, dafs sie in ihrer Contraktionsfähigkeit sehr lange andauern.

12) *Herz eines Hechtes von etwa 1 Pfund.* Temperatur 10,2° R.

Vor dem Schnitte 40 Herzschläge in der Minute.

Schnitt genau in der Atrioventrikulargrenze um

8 h 50′ 55″; bis

8 h 51′ 25″ zwanzig Pulsationen, bis

8 h 51′ 55″ acht Pulsationen, um

8 h 52′ 0″ eine Pulsation, dann *Stillstand*, darauf einzelne Pulsationen um

8 h 55′ 20″; 8 h 56′ 20″; 8 h 56′ 50″ und 8 h 57′ 45′, dann *Stillstand* bis um

9 h 18′; nun machte ich mit der Staarnadel einen Einstich dicht an der unteren Atrioventrikularklappe, darauf bis

9 h 18′ 12″ zehn Pulsationen und ferner je eine um

9 h 18′ 15″ und

9 h 18′ 20″, dann *Stillstand* bis um

9 h 28′ 10″; *Stich* mit der Staarnadel an annähernd derselben Stelle, bis um
9 h 29′ 10″ zweiundzwanzig Pulsationen, um
9 h 29′ 18″ eine Pulsation, dann *Stillstand*; um
9 h 45′ auf Nadelstiche noch Auslösung einzelner Pulsationen, doch war ich nicht mehr im Stande, auf einander folgende Pulsationen zu erregen; darauf wurde die Beobachtung unterbrochen.

13) *Herz von Esox lucius.* Temperatur 11,0° R.

Vor dem Schnitte 40 Herzschläge in der Minute.

Schnitt auf der Grenze zwischen Vorhof und Ventrikel und augenblicklicher *Stillstand* um
9 h 45′ 15″; von
9 h 55′ 30″ bis um
9 h 56′ 40″ zweiundvierzig Pulsationen, dann *Stillstand.* Um
10 h 10′ 10″ *Stich* mit der Staarnadel in der Nähe der unteren Klappe. Bis
10 h 11′ 10″ vierzig Pulsationen, bis
10 h 12′ 10″ zweiunddreifsig Pulsationen, bis
10 h 13′ 10″ vierundzwanzig Pulsationen, bis
10 h 13′ 30″ vier Pulsationen; um
10 h 13′ 50″ eine Pulsation, dann *Stillstand*; um
10 h 20′ 10″ *Stich* an annähernd der früheren Stelle, bis
10 h 20′ 40″ vierzehn Pulsationen, bis
10 h 21′ 10″ fünf Pulsationen, um
10 h 21′ 20″ eine Pulsation, um
10 h 21′ 40″ eine Pulsation, dann *Stillstand*; um
10 h 31′ 10″ *Stich* ziemlich an der alten Stelle, bis
10 h 31′ 40″ siebenzehn Pulsationen, bis
10 h 32′ 10″ zehn Pulsationen, bis
10 h 32′ 30″ drei Pulsationen, um
10 h 32′ 50″ eine Pulsation, dann *Stillstand*; um

10 h 49′ 15″ *Stich*, bis
10 h 50′ 15″ zwanzig Pulsationen, bis
10 h 51′ 15″ zwölf Pulsationen, bis
10 h 52′ 15″ acht Pulsationen, um
10 h 52′ 30″ eine Pulsation; um
10 h 52′ 50″ eine Pulsation, dann *Stillstand*; um
11 h 6′ 30″ *Stich*, bis
11 h 7′ 30″ neunzehn Pulsationen, bis
11 h 8′ 30″ eilf Pulsationen, bis
11 h 8′ 50″ drei Pulsationen; um
11 h 9′ 15″; 11 h 9′ 55″; 11 h 10′ 10″; 11 h 10′ 20″;
11 h 10′ 35″; 11 h 10′ 55″; 11 h 11′ 13″; 11 h 11′ 33″;
11 h 11′ 59″; 11 h 12′ 25″; 11 h 12′ 53″ und 11 h 13′ 35″
je eine Pulsation, dann *Stillstand*; um
11 h 26′ 50″ *Stich*, bis
11 h 27′ 50″ acht Pulsationen, bis
11 h 28′ 50″ fünf „ um
11 h 29′ 12″ eine „ „
11 h 29′ 36″ „ „ dann *Stillstand*; um
11 h 38′ 10″ *Stich*, bis
11 h 39′ 10″ sieben Pulsationen; um
11 h 39′ 21″ eine Pulsation, dann *Stillstand*; um
11 h 48′ 50″ *Stich*, bis
11 h 49′ 50″ fünfzehn schwache Pulsationen; um
11 h 50′ 7″ eine Pulsation, dann *Stillstand*; um
11 h 55′ 15″ *Stich*, bis
11 h 56′ 15″ zehn Pulsationen, um
11 h 56′ 20″ eine Pulsation, dann *Stillstand*; um
12 h 4′ 45″ *Stich*; um
12 h 4′ 59″; 12 h 5′ 10″; 12 h 5′ 20″; 12 h 5′ 40″; 12 h 6′ 1″;
12 h 7′ 1″; 12 h 7′ 42″ je eine Pulsation, dann *Stillstand*.

Das Herz wurde noch bis 12 Uhr 30 Minuten anhaltend beobachtet und stand es bis dahin noch immer still; es wurde im Wasserdampfbade liegen gelassen und um 1 Uhr 45 Minuten eine Probe gemacht, bei welcher es auf Stich noch 5—6 schwache Pulsationen in Zwischenräumen von 5—10 Sekunden auslöste, ein Versuch, der noch einigemal mit ähnlichem Erfolge wiederholt wurde, wobei jedoch die Pulsationen zuletzt sehr schwach ausfielen. Gegen 3 Uhr erregten Nadelstiche immer nur eine ganz schwache Pulsation. Nun wurde der Versuch unterbrochen.

14) *Herz von Esox lucius.* Temperatur 10,6° R.

Schnitt nicht genau auf der Atrioventrikulargrenze, etwas mehr nach dem Vorhofe zu. Schnitt um

10 h 45′ 28″, bis
10 h 56′ 0″ in der Minute Anfangs 28 dann 23 Pulsationen, deshalb *Ergänzungsschnitt*, näher dem Ventrikel um
10 h 56′ 30″; von
10 h 57′ 0″ bis
10 h 58′ 0″ eilf Pulsationen, bis
10 h 59′ 0″ fünf Pulsationen, um
10 h 59′ 10″ eine Pulsation, dann *Stillstand*; um
11 h 17′ 10″ *Stich*, bis
11 h 17′ 25″ drei Pulsationen, dann *Stillstand*; um
11 h 32′ 35″ *Stich*, bis
11 h 33′ 5″ zehn Pulsationen, bis
11 h 33′ 35″ sechs „ , „
11 h 34′ 5″ fünf „ , um
11 h 34′ 10″; 11 h 34′ 55″; 11 h 35′ 2″; 11 h 35′ 15″ und
11 h 35′ 48″ je eine Pulsation, dann *Stillstand*; um
11 h 44′ 35″ *Stich*, bis
11 h 45′ 0″ sieben Pulsationen, dann *Stillstand*; um
11 h 58′ 50″ *Stich*, bis
11 h 59′ 50″ siebenzehn Pulsationen, bis
12 h 0′ 50″ neun Pulsationen, um

12 h 1′ 0″ und
12 h 1′ 14″ je eine Pulsation, dann *Stillstand.*

Nun wurde der Ventrikel noch bis um 12 Uhr 45 Minuten beobachtet, wobei er keine Pulsationen zeigte. Ich liefs ihn noch im Wasserdunstbade liegen und stellte noch von 1 Uhr 30 Minuten bis 4 Uhr von Zeit zu Zeit Versuche an, wobei er Anfangs auf einen Nadelstich 5—8, später nur eine jedoch allmählich ganz schwache Pulsation auslöste.

15) *Herz von Esox lucius.* Temperatur 12,0° R.

Schnitt um 2 Uhr 1′ 50″ drei kräftige Pulsationen, dann Stillstand, von 2 h 14′ 15″ bis 2 h 21′ Pulsationen Anfangs je drei, dann 2 in der Minute, dann einzelne Pulsationen um

2 h 22′ 0″; 2 h 23′ 15″; 2 h 24′ 15″; 2 h 25′ 40″;
2 h 26′ 58″ und 2 h 28′ 15″ dann *Stillstand*; um
2 h 50′ 10″ *Stich* bis
2 h 51′ 10″ acht Pulsationen, um
2 h 51′ 19″,
2 h 51′ 35″ und
2 h 51′ 54″ je eine Pulsation, dann *Stillstand*; um
3 h 15′ 10″ mehrere Stiche in der Nähe der unteren Klappe, darauf 5 Pulsationen, dann Stillstand. Alle späteren Stiche lösten nur einzelne Pulsationen aus, aber diese noch bis um 4 Uhr 45 Minuten.

Bei fast allen angestellten (auch den hier nicht mitgetheilten) Versuchen wurde auch der von dem Ventrikel getrennte Vorhof unter gleichen Verhältnissen, nämlich im Wasserdunstbade, mit beobachtet und zeigte er noch stundenlang Pulsationen, ja in den meisten Fällen pulsirte er bedeutend länger, als der Ventrikel noch contraktionsfähig war.

Hiermit will ich die Mittheilung von Versuchen abschliefsen, da die bereits mitgetheilten schon eine vollständige Einsicht in die von mir beobachteten Erscheinungen geben. Wir sehen zunächst, wie jedesmal, wenn der Schnitt dicht an der Atrioventrikulargrenze geführt wird, entweder sogleich

oder nach einer geringen Anzahl von Pulsationen Stillstand eintritt, der entweder andauert, oder nach kürzerer Dauer durch wieder auftretende Pulsationen unterbrochen wird.

Das Wiederauftreten von Pulsationen nach stattgehabtem Stillstande ohne absichtlich angebrachte Reize, wie es in einzelnen Versuchen statthatte, läfst sich hierbei einmal erklären dadurch, dafs noch kleine Reste der Vorhofsganglien vorhanden waren, anderseits aber, und dies scheint auch mir das Wahrscheinlichere, dadurch, dafs Umsetzungen statthaben welche auf die Ganglien wirken.

Ein weiteres Ergebnifs der angeführten Versuche ist die Erscheinung, dafs nach auf das Atrioventrikularganglion während des Herzstillstandes ausgeübten Reizen, die Pulsationen, so lange das Herz überhaupt noch einigermafsen reizbar ist, stets wieder auftreten, wie sich das am eclatantesten bei Versuch 13 gezeigt hat, wo während eines Zeitraumes von *über zwei* Stunden *zwölfmal* nach stattgehabtem Stillstand neue Pulsationen erregt wurden.

Betrachtet man nun die vorstehenden Ergebnisse, so lassen sich aus denselben die folgenden Schlüsse ziehen.

1) Auch bei dem Herzen der Fische ist die Uebergangsstelle des Sinus venosus in den Vorhof, oder besser gesagt die Stelle, wo die beiden Herzfäden des Vagus sich an der Vorhofsmündung vereinigen, die Erregungsstelle der automatischen Kräfte für die normale Vorhof- und Ventrikelbewegung, wie dies aus den Beobachtungen S. 18 erhellt; wenn man ferner die Betrachtungen daran knüpft, wie sie Eckhard[1]) über die Erscheinungen bei dem Froschherzen angestellt hat.

2) Der Stillstand des Ventrikels nach einer Trennung in der Atrioventrikulargrenze ist nicht als eine Folge des auf die N. vagi ausgeübten Reizes, sondern als eine Folge mangelnden Einflusses der Vorhofsganglien anzusehen, wobei sich die Verschiedenartigkeit der Erscheinungen, welche den Still-

---

[1]) l. c. S. 140—142.

stand des Herzens begleiten, leicht durch die Verschiedenheit der Stelle erklären läfst, in welcher der Schnitt geschieht; wie dies namentlich aus den Versuchen 11 und 14 erhellt.

3) Die Ventrikelbewegung ist wirklich nicht eine Folge automatischer Erregung der Atrioventrikularganglien, wie ich bei den Fischen die dicht an den Atrioventrikularklappen gelegene gröfsere Anhäufung von Ganglienzellen nennen will, was auf das Deutlichste die Versuche 12—15 beweisen, bei welchen jedesmal auf einen von aufsen auf diese Parthie angebrachten Reiz die Pulsationen angeregt wurden, während sie, wenn dieser Reiz nicht vorhanden und die Verbindung mit den Vorhofsganglien vollständig getrennt war, verschwanden, resp. nicht auftraten.

4) Die Reihenfolge und der Zusammenhang der Contraktionen am Herzen ist wirklich der oben beschriebene, nämlich zuerst Contraktion des Sinus, darauf, noch ehe diese vollendet ist, Contraktion des Vorhofs von der Sinusverbindung an nach der Ventrikelmündung zu und dann Zusammenziehung des Ventrikels nach dem Bulbus arteriosus hin. Eine weitere bestätigende Beobachtung machte ich bei dem nun noch *zu beschreibenden Versuche*, wobei, nachdem das Herz eines Karpfens durch Wärme fast vollständig zum Stillstand gebracht war, so zwar, dafs der Ventrikel gar nicht mehr, der Vorhof nur schwach, mehr zuckend pulsirte, der Ventrikel, nachdem das Herz in gewöhnliche Temperatur gebracht worden war, erst wieder zu schlagen anfing, als der Vorhof zwei bis drei kräftigere Pulsationen gemacht hatte.

Als ich nämlich mit der Arbeit fast zum Abschlufs gekommen war, bekam ich die Mittheilung des Dr. Rudolf Schelske[1]) „über die Wirkung der Wärme auf das Herz" zu Gesicht. In dieser Arbeit giebt er an, dafs wenn man das Frosch-Herz einer höheren Temperatur (28—35° C.) aussetze oder es bis zu 0° erkälte, es stille stehe, dann aber, wieder in eine mittlere

[1]) Verhandlungen des naturhistorisch-medic. Vereins zu Heidelberg.

Temperatur gebracht, wiederum zu schlagen anfange, und dafs gleichzeitig die Wirkung des Vagus auf das so zum Stillstand gebrachte Herz eine veränderte sey.

Ich stellte nun auch einen Versuch in der von Schelske angegebenen Weise an dem Herzen eines etwa 2pfündigen Karpfen an, der jedoch kein sonderliches Resultat hinsichtlich der von Schelske beschriebenen Erscheinungen ergab. Ich richtete zu dem Zwecke ein Wasserdunstbad von einer constanten Temperatur von 26—28° R. (33—35° C.) ein, das nach oben durch eine Glasplatte gedeckt war.

Das Präparat wurde nun in der Weise angefertigt, dafs der Kopf hinter dem Schultergürtel vom Rumpfe getrennt, der Schädel geöffnet, der Schultergürtel und der Unterkieferapparat beider Seiten entfernt und so das Herz und die Vagusäste blosgelegt wurden. Dieses Präparat wurde nun auf eine Glasplatte in das Wasserdunstbad gelegt. Vor dem Einlegen machte das Herz 30 Schläge in der Minute, 3 Minuten nach dem Einlegen vermehrten sich die Herzschläge, jedoch nicht bedeutend, so dafs ich 40 Schläge in der Minute zählte; nach 14 Minuten stand der Ventrikel still, während ich noch nach einer halben Stunde den Vorhof, wenn auch nur ganz schwach, sich zusammenziehen sah. Die Wirkung des Vagus konnte ich nun an diesem Herzen nicht mehr erproben, da er sowohl, wie sämmtliche Muskeln aufser dem Herzen abgestorben waren. Das aus dem Wasserdunstbade herausgenommene Herz erholte sich wieder in etwas, indem der Ventrikel nach wenigen Minuten wieder zu pulsiren anfing, wenn auch schwach, nachdem zuvor die Pulsationen des Vorhofs stärker geworden waren.

Durch diesen hinsichtlich der Wirkung des N. vagus auf das durch Wärme zum Stillstand gebrachte Herz resultatlosen Versuch wurde ich veranlafst, die Versuche von Schelske am Frosche zu wiederholen.

Ich construirte mir zu dem Zwecke einen kleinen Zuleitungsapparat, den ich in das Wasserdunstbad brachte, über diesen brückte ich die beiden zum Herzen gehenden, isolirten Vagusäste und beobachtete dann das Herz bei einer Temperatur zwischen 30 und 35° C. Bei einem braunen Frosche zählte ich vorher 60 Pulsationen, um 3 Uhr 4 Minuten legte ich ihn ein, schon um

3 h 7' zählte ich 86 Schläge, um
3 h 10' waren es nur noch 64 Schläge, um
3 h 12' beobachtete ich nur noch zuckende Bewegungen, um
3 h 14' 30'' stand der Ventrikel und um
3 h 16' 44'' stand der Vorhof still. Bei Reizung des Vagus durch Induktionsströme entstanden nun kräftige Pulsationen, zuerst des Vorhofs, dann des Ventrikels (also nicht der Tetanus, wie ihn Schelske angiebt), die aufhörten, als die Ströme unterbrochen wurden. Ganz dieselben Erscheinungen beobachtete ich bei einem zweiten Frosche, während mir es namentlich bei einem kräftigen grünen Wasserfrosche gelang, die von Schelske beschriebenen Erscheinungen wahrzunehmen, die ich dann auch noch an einem anderen Individuum beobachtete. Ich theile diese gelegentliche Beobachtung hier mit, ohne bis jetzt Gelegenheit gehabt zu haben, die Gründe näher zu erforschen, warum in den beiden ersteren Fällen andere Erscheinungen auftraten, als in den zuletzt erwähnten.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1.

Fig. 1 stellt den Kopf eines vierpfündigen Karpfens dar, bei welchem der Verlauf des N. vagus auf der rechten Seite zum grofsen Theile blosgelegt ist. Es ist die ganze seitliche Muskulatur der Schultergürtel- und ein Theil der Kopfknochen, dann die diaphragmaartige Membran zwischen Brust- und Bauchhöhle entfernt, ebenso die Schädelhöhle soweit geöffnet, dafs das Gehirn blosgelegt erscheint und aufserdem das das letztere umgebende Fett entfernt.

Es ist hierbei bezeichnet mit :

1. 1. 1. der Rand der abgeschnittenen Schädelknochen;

2. das gesammte Gehirn;

LV. die beiden Lob. vagi;

g. v. das Ganglion vagi dextrum;

b. die Rami branchiales;

p. s. die Rami pharyngei superiores;

p. i. die Rami pharyngei inferiores;

i. der Ramus intestinalis, dessen Verlauf man noch bis an den Oesophagus und Magen verfolgen kann;

r. c. der Ramus cardiacus, den man an den Sinus venosus gehen sicht;

r. d. der dorsale Schädelhöhlenast der beiden Seiten;

3. Sinus venosus
4. Vorhof
5. Ventrikel
6. Bulbus arteriosus

} des Herzens;

7. die erste Wurzel des N. vagus, welche nach hinten geht und das Seitennervensystem bildet.

Fig. 2.

Kopf eines gleichfalls etwa vierpfündigen Karpfens der von hinten und unten geöffnet und an dem die diaphragmaartige Membran zwischen Brust- und Bauchhöhle entfernt ist, um das Herz liegen sehen zu können.

Der Sinus venosus ist geöffnet und zum Theil weggeschnitten.

Bezeichnet ist mit :

1. die seitliche Muskulatur;
2. der aufgeschnittene Sinus venosus;
3. der Vorhof
4. der Ventrikel } des Herzens;
5. der Bulbus arteriosus

6. 6. die beiden Rami cardiaci in ihrem Verlaufe auf der Sinuswandung, der Oeffnung des Vorhofs zu;

7. der abgeschnittene Oesophagus;
8. der Ramus intestinalis.

Fig. 3.

Ein zum Theil aufgeschnittenes aufgespanntes Herz vom Karpfen, zur Darlegung des Verlaufs des Ramus cardiacus des N. vagus. Die Nerven sind stärker gezeichnet als sie in Wirklichkeit erscheinen, um sie deutlicher sichtbar zu machen, da sie in der Natur nur schwer mit der Loupe zu verfolgen sind.

Bezeichnet ist mit :

1. der geöffnete Sinus venosus;
2. der geöffnete Vorhof;
3. der Ventrikel;
4. der Bulbus arteriosus;

5. 5. die beiden Rami cardiaci in ihrem Verlaufe auf der Sinus- und oberen Vorhofswand nach den Klappen der Ventrikelmündung zu;

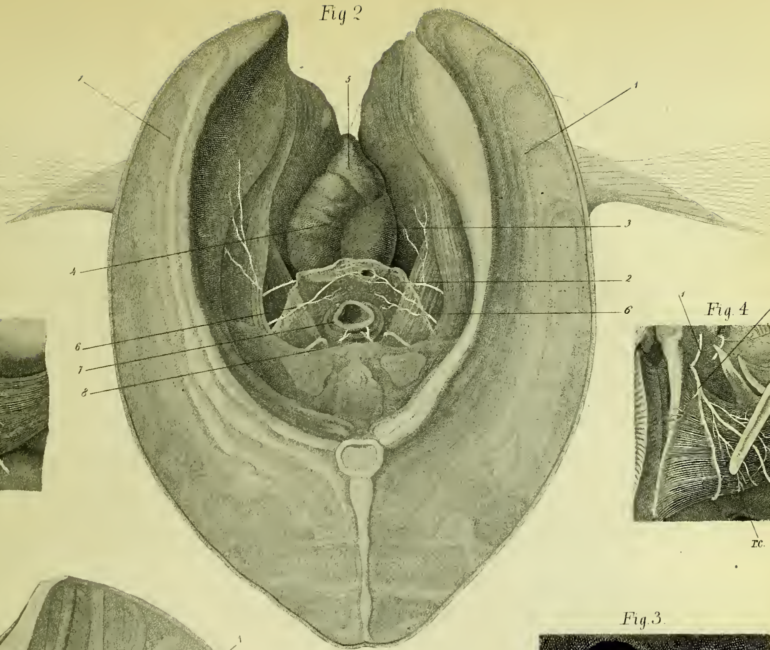
6. 6. die Einmündungsstellen der Ductus Cuvieri in den Sinus venosus.

Fig. 4, 5 und 6.

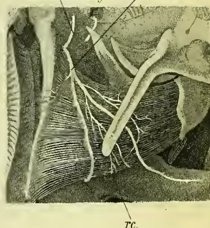
Diese Figuren stellen verschiedene Verzweigungsweisen des Ram. intest. N. vagi dar, mit verschiedenen Abgangsstellen des Ramus cardiacus, der in den drei Fällen mit r. c. bezeichnet ist : in Fig. 4 ist mit 1. der Ramus lateralis N. vagi, mit 2. der Stamm des Ramus intestinalis bezeichnet.

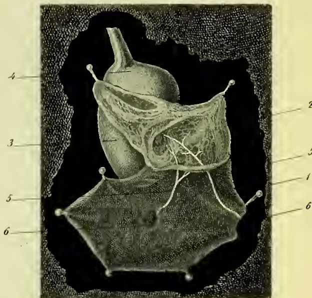


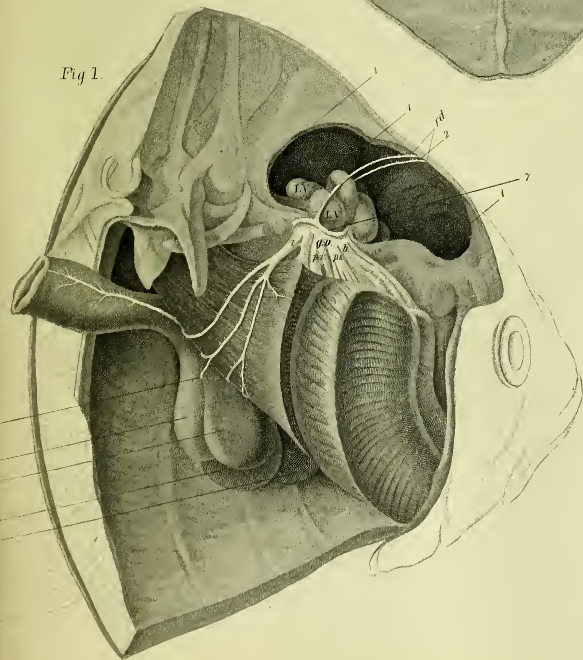
Druck von Wilhelm Keller in Giefsen.

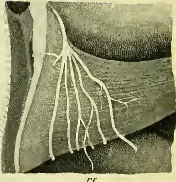












Nach der Natur gez. v. H. Rahn

Hoffmann, Beiträge zur Anatomie & Physiologie des **Nervus vagus**.

Lith. Anst. v. J. Kobig Frankfurt a. M.